

Radioactivité

Révisions et échauffements pages 146 et 147

I. Désintégration radioactive

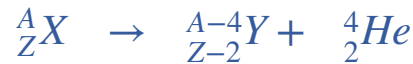
La classification périodique comporte aujourd'hui 118 éléments chimiques. Ceux-ci présentent un grand nombre d'isotopes et la majorité d'entre eux sont instables et considérés comme radioactifs.

Un noyau est dit radioactif s'il peut se désintégrer spontanément en libérant une particule et de l'énergie. Cette désintégration s'effectue aléatoirement dans le temps. Lors d'une désintégration, il y a selon les **lois de Soddy**

- conservation du nombre de charges électriques Z ;
- conservation du nombre de masse A.

Radioactivité α :

Les noyaux très lourds avec excès de nucléons sont instables. Lors de cette désintégration, il y a émission d'un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$, appelé particule α :



Radioactivité β^- :

Les noyaux possédant un excès de neutrons sont instables et se désintègrent en libérant un électron :



Radioactivité β^+ :

Les noyaux possédant un excès de protons sont instables et se désintègrent en libérant un positon :



Radioactivité γ :

Après la désintégration d'un noyau radioactif α ou β , le noyau obtenu se trouve généralement dans un état excité. Pour gagner en stabilité, ce noyau émet un photon de très grande énergie :



Exercices 31 page 164 et 42 page 165

II. Décroissance radioactive

1. Activité d'un échantillon

La désintégration d'un noyau radioactif est un phénomène aléatoire. Bien que la désintégration d'un noyau ne soit pas prévisible, on peut prévoir l'évolution de la quantité de noyaux radioactifs dans un grand échantillon.

$$A = \lambda \cdot N$$

A est l'activité radioactive exprimée en becquerel (Bq) ; λ la constante radioactive (s^{-1})

Le **temps de demi-vie** est la durée au bout de laquelle l'activité et le nombre de noyaux radioactifs ont divisés par deux.

2. Loi de décroissance radioactive

On peut déterminer numériquement à un instant t la quantité $N(t)$ de noyaux radioactifs non désintégrés d'une population initiale N_0 . Pour cela, on utilise la loi de décroissance radioactive. L'activité correspond au nombre de désintégrations par unité de temps : elle est également proportionnelle au nombre de noyaux restants $N(t)$:

$$A = - \frac{dN}{dt} \quad \text{et} \quad A = \lambda \cdot N$$

Ainsi, $\lambda \cdot N = - \frac{dN}{dt}$, on notera cette équation différentielle sous la forme :

$$\frac{dN}{dt} + \lambda \cdot N = 0$$

Cette équation pour solution :

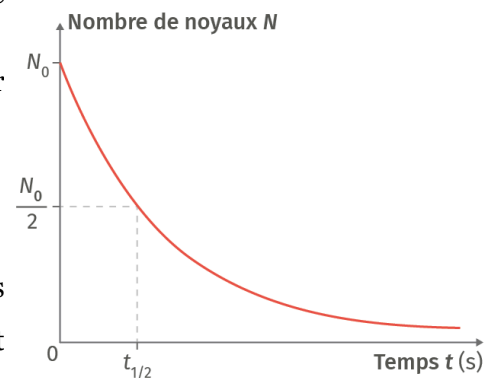
$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

Le nombre de noyaux radioactifs $N(t)$ au cours du temps suit une loi de décroissance radioactive.

Le temps de demi-vie $t_{1/2}$ et la constante radioactive sont liés par la relation :

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} \quad \text{ou} \quad t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$

Remarque, on peut aussi parler de constante de temps $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{t_{1/2}}{\ln(2)}$, au bout de 5τ , 99% des noyaux se sont désintégrés.



Exercices 34 page 164 et 45, 46 et 48 page 165

3. Datation

La radioactivité est un phénomène naturel omniprésent. Cette activité est aussi présente dans les roches et dans les organismes. Lorsque ceux-ci ne renouvellent plus la quantité d'isotopes par des échanges avec l'extérieur, l'activité radioactive décroît. Si la population initiale N en noyaux radioactifs est connue, une mesure de N à un instant t peut permettre une datation.

Pour choisir un isotope radioactif lors d'une datation, il faut que :

- l'isotope soit présent initialement dans l'organisme ou l'objet à dater ;
- le temps de demi-vie $t_{1/2}$ de l'isotope ne soit pas trop court par rapport à l'âge de l'échantillon analysé.

III. Usages

La radioactivité est mise à profit dans de nombreuses applications, notamment dans l'imagerie médicale ou encore en radiothérapie pour détruire des cellules cancéreuses.

Elle est également répandue dans l'industrie afin de stériliser des aliments ou des objets, mais son utilisation n'est pas sans risque.

La radioactivité absorbée par le corps peut être soit ponctuelle comme lors d'un examen médical, soit permanente avec la radioactivité naturelle de l'environnement.

Les méthodes de protection dépendent du type de radioactivités et de la durée d'exposition. Les particules α ont un rayonnement hautement ionisant, contrairement aux particules β ou γ , mais elles ont une pénétration dans le corps humain plus faible que ces dernières. Ces expositions peuvent entraîner des problèmes de santé, dont de nombreux cancers.

Exercices 55 page 167 et 60 page 168